

法面吹付け工法用細骨材の全国調査結果

ライト工業（株） 開発部 正会員 杉山好司
技術研究所 末廣安章
横浜支店 柳堀 誠

1. はじめに

近年、法面工事に使用する良質な細骨材の入手は非常に厳しい環境下であり、吹付けモルタル・コンクリートの品質にも悪影響を及ぼしている。特に吹付けのり杵工法では、強度と品質が今まで以上に重要視されて来ており、1995年11月に、吹付けのり杵工設計施工指針が改訂され、設計基準強度が150kgf/cm²となり、これまで以上に品質確保に留意する必要性が生じている。細骨材の物性と吹付けモルタル・コンクリート強度は相関性があり、良質な骨材が枯渇してきている現在、“低品質骨材の使用”＝“低強度”と言っても過言でない。そこで、当社が実際の現場で使用している全国各地の118種類の細骨材を収集して、基本的な物理試験（6項目）を実施後、吹付け配合で試験練りを行い各骨材と圧縮強度の関係を求めた。今回は、118種類の細骨材を5地区に分類して、その物理的性質を調べた結果について述べる。

2. 実験概要

表－1：吹付け用細骨材の選定基準

2-1. 吹付け用細骨材の選定基準

吹付け用細骨材の良否を判定するための規格値は、土木学会コンクリート標準示方書に準じるが、示方書に記載がない項目は、日本道路公団の規格及び自社規格値を用いた。表－1にその規格値を示す。特に自社規格は1987年に策定したが、圧縮強度との関係を重要視する為に示方書、道路公団共に規格値が示されていない単位容積質量と実積率に関し、今回と同様な試験を実施して規格値を設けたものである。

物 性 名	選 定 基 準 範 囲		
	コンクリート示方書	日本道路公団	自社規格
粗粒率(F.M)	2.3～3.1	2.0～3.43	2.5～3.1
粒 度 分 布	JIS準拠	JIS準拠	JIS準拠
表 乾 比 重	なし	2.50以上	なし
単位容積質量	なし	なし	1600kg/m ³ 以上
吸 水 率	なし	3.0%以下	なし
洗 い 試 験	5.0%以下	5.0%以下	なし
実 積 率	なし	なし	63%以上(凝結)

2-2. 細骨材の集計方法と分類

表－2：細骨材の分類

現場に納入している全国の骨材業者から合計118検体の細骨材を収集したが、各地区の骨材数をほぼ同程度にするため、表－2に示すように5ブロックに分類して集計した。

収集した細骨材は、川砂が全体の38%、山砂22%、海砂33%及び砕砂が7%であった。

年々、川砂の比率が減少しているが、前回の調査結果（1993年）では川砂が45%を占めていたが、今回はさらに7%の減少傾向となり、今後ますますこの傾向が強まると予想される。

地 区 別	細骨材の分類と件数				
	川砂	山砂	海砂	砕砂	件数
①北海道・東北	14	13	1	2	30
②関東	12	3	0	5	20
③東海・北陸	17	8	0	1	26
④近畿・四国・中国	0	1	18	0	19
⑤九州	2	1	20	0	23
合 計	45	26	39	8	118

2-3. 細骨材の試験方法

細骨材の試験方法は、表－3に示すとおりJIS規格に準じて実施した。

表－3：物理試験方法

試験項目	ふるい分け	表乾比重	吸水率	単位容積質量	洗い試験	実積率
試験方法	JIS-A-1102	JIS-A-1109	JIS-A-1109	JIS-A-1104	JIS-A-1103	JIS-A-1104

キーワード：①吹付け工法 ②細骨材 ③低品質骨材 ④物理試験

連絡先：〒102 東京都千代田区九段北 4-2-35 TEL 03-3265-2551 FAX 03-3265-2510

3. 試験結果とまとめ

3-1. 骨材の種別と物理的性質

表-4は、5ブロックに分類した物理試験結果の一覧表である。関西以西のほとんどの現場では、海砂を使用しているが、海砂は粗粒率、比重、単位容積質量、実積率で川砂より劣っている。しかし、吸水量や洗い試験は川砂より優れている。したがって物理的性質は、細骨材の種別（産地）による影響が強いようである。

3-2. 地区別物理的性質の評価

図-1は、粗粒率を地区別で対比しさらに、その地区での最大、最小値を示したものである。

吹付けモルタルは、圧縮空気を使用して材料を搬送し、ホース先端のノズルから材料を吐出させるが、その際にリバウンドロスが発生する。細骨材の粗粒率があまり高いとリバウンドとなってロスが多く発生してしまう。また、あまりに低いと吹付けに最適なワーカビリチーを得るための水セメント比が高くなってしまう。各地区とも平均値は基準値内であるが理想的には2.8程度が良い。東海・北陸地区は、他地区に比べ良い川砂が入手できるようである。

図-2は、実積率を地区別に示したものであるが、実積率は計算式から知れるように、単位容積質量、吸水率及び比重の3項目から求められるため、特に重要な値と考えている。空隙率は、 $100 - \text{実積率}$ で求められ、吹付けモルタルでは、この空隙が小さいほど、少ない水量で必要とするワーカビリチーが得られ、さらに吹付けモルタルの必要圧縮強度もほぼ得られることが今までの実験から判明している。実積率が平均値で63%以上の地区は、関東、東海及び北陸地区であった。

3-3. 骨材の試験成績書と実測値の対比

図-3は、今回の試験で使用した細骨材の実測した粗粒率と、骨材業者から得た試験値を対比した結果である。実測値は、骨材業者値に比べ約70%の骨材で低い値となる傾向にあり、骨材業者が試験を行った骨材と若干異なっていたことが予想される。同一採取場でも層が異なる事による影響も考えられる。また、骨材業者から試験を依頼された試験機関の実施時期にも関係している。したがって、特に骨材粒度や実積率に影響を受ける吹付け工法は、現場で使用する直前に細骨材の物理的性質を再度確認し、適切な細骨材を使用することに心がけなければならない。

表-4：地区別細骨材物理試験結果一覧表

試験項目 地区名	粗粒率 (F・M)	表乾 比重	単位容積 質量 (kg/m ³)	吸水率 (%)	洗い 試験 (%)	実積率 (%)
北海道・東北	2.51	2.63	1606	1.77	0	62.3
関東	2.60	2.64	1628	2.42	3.32	63.1
東海・北陸	2.69	2.61	1620	2.00	2.09	63.2
近畿・四国・中国	2.36	2.56	1542	1.99	1.48	61.1
九州	2.38	2.59	1589	1.80	1.61	62.5
平均値	2.51	2.61	1599	1.97	1.99	62.5
最小値	1.28	2.38	1363	0.02	0	54.7
最大値	3.78	2.93	1890	7.20	7.6	68.9

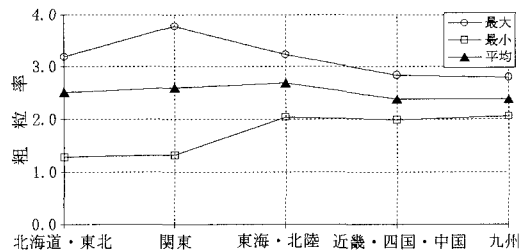


図-1：地区別細骨材の粗粒率

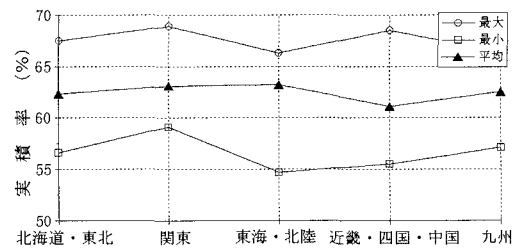


図-2：地区別細骨材の実積率

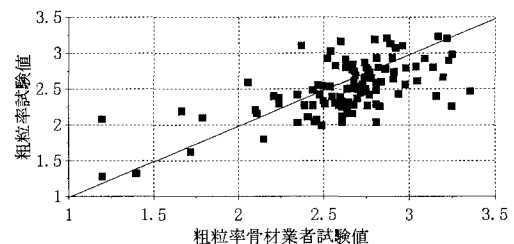


図-3：粗粒率の試験値と骨材業者値の比較